



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS

**EFFECTO DEL TIEMPO DE PERMANENCIA EN EL GRUPO DE
PREPARTO SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO EN VACAS
LECHERAS DE LA ZONA CENTRAL DE CHILE**

Ricardo Benavente Grebe

Memoria para optar al Título
Profesional de Médico Veterinario
Departamento de Fomento de la
Producción Animal

PROFESOR GUÍA: MARIO DUCHENS ARANCIBIA
Universidad de Chile

SANTIAGO, CHILE
2022



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS

**EFEECTO DEL TIEMPO DE PERMANENCIA EN EL GRUPO DE
PREPARTO SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO EN VACAS
LECHERAS DE LA ZONA CENTRAL DE CHILE**

Ricardo Benavente Grebe

Memoria para optar al Título
Profesional de Médico Veterinario
Departamento de Fomento de la
Producción Animal

Nota

Profesor Guía	Dr. Mario Duchens Arancibia
Profesor Corrector	Dra. María Sol Morales Silva
Profesor Corrector	Dr. Patricio Pérez Meléndez

SANTIAGO, CHILE
2022

AGRADECIMIENTOS

El desarrollo de este proyecto no hubiera sido posible sin la ayuda y apoyo de docentes, familia y amigos a quienes estaré por siempre agradecido.

En primer lugar agradecer a mi familia, especialmente a mis padres Ricardo y Victoria por su infinito apoyo y sobre todo paciencia en este largo camino, cuya primera etapa culmina con este documento. Parte importante de lo que soy hoy es gracias a ellos, impulsándome constantemente a ser mejor y a siempre trabajar de manera correcta y justa. Por quererme con mis virtudes pero por sobre todo con mis infinitos defectos. A mis hermanos Diego y Javiera, de quienes aprendí sobre el querer y dejarse querer. Y a mi hermana Victoria, un cariñoso saludo al cielo, espero estés orgullosa de todo lo que hemos logrado como familia.

A mi profesor guía, Dr. Mario Duchens, pilar fundamental en mi desarrollo profesional y personal brindándome la valiosa oportunidad de poder aprender de su vasta experiencia en el área. Por el tiempo y paciencia que dedicó para lograr este proyecto, no fue un camino fácil. Atesoro con gran cariño nuestros viajes, conversaciones y enseñanzas musicales, quizás podrá considerarlo una banalidad pero el disco “Animals” de Pink Floyd pasó a ser uno de mis favoritos no solo por la pieza musical en sí, sino también por los momentos que quedaron guardados con la música. A la Dra. María Sol Morales y al profesor Patricio Pérez, que confiaron en mí para acompañarlos en el desarrollo de sus tareas docentes, espero haber sido un pequeño aporte considerando todas las herramientas y consejos que me entregaron durante estos años. Y al Dr. Pedro Meléndez por su colaboración no solo en los procesos relacionados a la estadística sino también por su valiosa asesoría para que este proyecto tuviera sentido y fuera un real aporte.

Al equipo de la Agrícola Santa Sara, en especial a Victor Lagos y Cecilia Burgos quienes compartieron sus valiosos conocimientos en el trabajo con animales y me recibieron siempre con mucho afecto.

Finalmente, pero no por eso menos importante, a Alejandro Luco, Felipe Arias y a todo el equipo de ABS Chile quienes me entregaron la oportunidad de encaminar mi desarrollo laboral entregándome todas las herramientas necesarias para ser un mejor profesional pero como muy bien nos decía Alejandro, ser un mejor ser humano.

INDICE

RESUMEN	3
ABSTRACT	5
INTRODUCCIÓN	7
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	8
Período de transición parto o <i>close-up</i>	8
Duración del periodo de <i>close-up</i>	10
Efecto del tiempo de exposición a dietas parto sobre rendimiento productivo	10
HIPÓTESIS	13
OBJETIVO GENERAL	13
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
MATERIALES Y MÉTODOS	14
Recolección y procesamiento de la información	15
Análisis de la información	16
Efectos del tiempo de permanencia en el grupo de parto	16
RESULTADOS	20
Producción de leche	21
Tasa de concepción a la primera inseminación	23
Días desde el parto a la preñez.....	25
Incidencia de enfermedades o alteraciones postparto	27
Eliminación o muerte.....	28
DISCUSIÓN GENERAL	31
IMPLICANCIAS	36
CONCLUSIONES	37
BIBLIOGRAFÍA	38

RESUMEN

La administración de una dieta de parto permite tanto a vacas como a vaquillas adaptarse a los cambios fisiológicos que ocurrirán durante la lactancia, particularmente a una ración diferente. Además, permite estimular el consumo de materia seca, ya que la capacidad de consumo se ve disminuida durante el final de la gestación e inicio de la lactancia. Esta dieta suele entregarse durante tres a cuatro semanas previas al parto como una transición desde la dieta de secado (alta en fibra) a la dieta de lactancia (alta en almidón). Los estudios disponibles en la literatura entregan resultados variados sobre cuál es el tiempo óptimo que debe ser administrada esta dieta, por lo que el objetivo de este estudio fue determinar el efecto de la duración del periodo parto sobre variables productivas, reproductivas y de salud.

Se recolectó información retrospectiva del tiempo de permanencia en grupo de parto en 2.586 vacas en dos lecherías de la zona central de Chile. Las vacas fueron divididas en tres grupos según la duración de su estadía en este grupo: permanencia corta (14-21 días), mediana (22-34 días) y larga (35-45 días). Junto con esto, se recolectó información de producción de leche acumulada a los 100 días, tasa de concepción (TC) a la primera inseminación, días a la preñez, incidencia de enfermedades o alteraciones del postparto y salida o muerte.

No se observaron diferencias en producción de leche entre los grupos de permanencia para vacas de primera y tercera lactancia. En vacas de segunda lactancia, la producción fue mayor ($p < 0,05$) en los grupos de permanencia mediana (4.268 ± 45 L) y larga (4.471 ± 86 L) que en el grupo de permanencia corta (3.750 ± 152 L). En vacas de cuarta o más lactancias, el grupo de permanencia larga (4.469 ± 134 L) mostró una mayor producción ($p < 0,05$) en comparación con el grupo de permanencia corta (4.249 ± 188 L) y mediana (4.124 ± 96 L). En cuanto a la fertilidad, la TC a la primera inseminación no fue diferente entre grupos en vacas de primera y de cuarta o más lactancias. En vacas de segunda lactancia, la TC a la primera inseminación fue menor ($p = 0,05$) en el grupo de permanencia corta (28,4%) que en los grupos de permanencia mediana (39,8%) y larga (36,8%). Al mismo tiempo, el grupo de permanencia corta tendió ($p = 0,08$) a una menor preñez a los 200 DEL (72,8%) en comparación al grupo de permanencia mediana (77,4%) y larga (78,1%). Por otro lado, vacas de tercera lactancia

obtuvieron una mayor TC a la primera inseminación ($p<0,05$) en el grupo de permanencia corta (50,0%) que en los de permanencia mediana (26,5%) y larga (36,4%), y al mismo tiempo el grupo de permanencia corta tendió ($p=0,08$) a una mayor preñez a los 200 DEL (77,3%) en comparación al grupo de permanencia mediana (68,4%) y larga (70,9%). La incidencia de enfermedades del postparto tendió a ser menor ($p=0,06$) en vacas de tercera lactancia con permanencia mediana (32,0%) y larga (29,1%) en preparto que en el grupo de permanencia corta (47,7%). La incidencia también fue menor ($p=0,05$) en vacas de cuarta o más lactancias para los grupos de permanencia mediana (45,1%) y larga (38,8%) en comparación con el grupo de permanencia corta en el preparto (65,2%). Finalmente, la eliminación hasta los 100 DEL tendió a ser mayor ($p=0,07$) en vacas de primera lactancia pertenecientes al grupo de permanencia corta (4,8%) con respecto al grupo de permanencia mediana (2,2%). Para vacas de segunda lactancia, la eliminación a los 100 DEL fue mayor ($p<0,05$) en el grupo de permanencia corta (11,1%) en comparación con el grupo de permanencia mediana (5,2%) y larga (4,5%).

Colectivamente estos resultados muestran que vacas que permanecen menos tiempo en preparto tienen una mayor probabilidad de sufrir alteraciones en el rendimiento posterior. Por esto, es recomendable una permanencia en preparto superior a los 21 días, lo que permitirá obtener un mejor rendimiento productivo y reproductivo, junto a una mejora en la salud de las vacas.

Palabras clave: vaca lechera, preparto, salud, fertilidad

ABSTRACT

Administration of a prepartum or close-up diet allows both cows and heifers to adapt to the physiological changes that will occur during lactation, particularly to a different ration. In addition, it allows to stimulate dry matter intake, since the intake is diminished during the end of gestation and the beginning of lactation. This diet is usually offered for three to four weeks prior to calving as a transition from dry cow diet (high in fiber) to lactation diet (high in starch). Available literature studies provide varied results about what is the optimal time that this diet should be administered, so the objective of this study was to determine the effect of the duration of the close-up period on productive, reproductive and health variables.

Retrospective information on the time spent in the close-up group was collected for 2.586 cows in two dairies in the central zone of Chile. Cows were divided into three groups according to the length of their stay in this group: short (14-21 days), medium (22-34 days) and long stay (35-45 days). Along with this, information was collected on cumulative milk production at 100 days, conception rate (CR) at first insemination, days to pregnancy, incidence of postpartum diseases and death or culling.

No differences in milk production were observed between the permanence groups for first and third lactation cows. In second lactation cows, production was higher ($p < 0,05$) in the medium (4.268 ± 45 L) and long (4.471 ± 86 L) groups than in the short group (3.750 ± 152 L). In cows of fourth or more lactations, the long group (4.469 ± 134 L) showed a higher production ($p < 0,05$) compared to the short (4.249 ± 188 L) and medium groups (4.124 ± 96 L). Regarding fertility, CR at first insemination was not different between groups in first and fourth or more lactations cows. In second lactation cows, CR at first insemination was lower ($p = 0,05$) in the short group (28,4%) than in the medium (39,8%) and long groups (36,8%). At the same time, the short group tended ($p = 0,08$) to a lower pregnancy at 200 days in milk (72,8%) compared to the medium (77,4%) and long groups (78,1%). On the other hand, third lactation cows had a higher CR at first insemination ($p < 0,05$) in the short group (50,0%) compared to the medium (26,5%) and long groups (36,4%), and at the same time the short group tended ($p = 0,08$) to a higher pregnancy at 200 days in milk (77,3%) compared to the medium (68,4%) and long groups (70,9%). The incidence of postpartum diseases tended to be lower ($p = 0,06$) in third lactation cows in the medium (32,0%) and long groups (29,1%)

compared to the short group (47,7%). The incidence was also lower ($p=0,05$) in fourth or more lactations cows in the medium (45,1%) and long groups (38,8%) compared to the short group (65,2%). Finally, culling up to 100 days in milk tended to be higher ($p=0,07$) in first lactation cows belonging to the short group (4,8%) compared to the medium group (2,2%). For second lactation cows, culling at 100 days in milk was greater ($p<0,05$) in the short group (11,1%) compared to the medium (5,2%) and long groups (4,5%).

Collectively these results show that cows that spend less time in the prepartum group are more likely to suffer alterations in later performance. For this reason, a prepartum stay of more than 21 days is recommended, which will allow to obtain a better productive and reproductive performance, with an improvement in cow health.

Key words: dairy cow, prepartum, health, fertility

INTRODUCCIÓN

El periodo de transición representa un gran desafío para la vaca lechera debido a que se enfrenta al término de su gestación, comienzo de la lactancia y al cambio de una dieta que se constituye básicamente de voluminosos a una dieta con altos niveles de almidón. Esta transición se ve dificultada por la baja en el consumo de materia seca (MS) antes del parto, provocada entre otras cosas por la disminución del espacio abdominal disponible para el rumen debido al rápido crecimiento del feto hacia el final de la gestación.

Por lo tanto, la vaca se enfrenta a un parto y a un inicio de lactancia que le significan altos requerimientos metabólicos en una situación de baja ingesta de nutrientes, generando un balance energético negativo para el animal, lo que la obliga a metabolizar otras fuentes de energía como el tejido adiposo. Esto tendrá como consecuencia el aumento de ácidos grasos no esterificados (AGNE) en el plasma sanguíneo lo que magnificará la depresión en el consumo de MS y provocará daños a nivel hepático debido a la incapacidad de transformarlos en energía. Sumado a esto, el aumento de los AGNE a nivel plasmático generará una depresión del sistema inmune, situación que predispondrá a la aparición de enfermedades infecciosas a nivel del útero y de la glándula mamaria.

Es por esto que se debe preparar a la vaca para enfrentar estos cambios y minimizar los efectos negativos que ellos puedan tener sobre el rendimiento productivo. Esto se logra principalmente mediante la modificación de la dieta de parto. Sin embargo, no parece estar definido el tiempo que ésta debe ser entregada para lograr una mejor adaptación al estrés del periodo lactante.

Las bases fisiológicas indican que la dieta de parto debe ser entregada por al menos 3 a 4 semanas para lograr una correcta adaptación de los microorganismos ruminales, pero en diversos estudios, el periodo en que son entregadas muestra ciertas variaciones, obteniendo resultados variables y, a veces, poco concluyentes.

El presente estudio pretende aportar información respecto a cuántos días es necesario entregar la dieta de parto para pasar por un periodo de transición con un mejor balance energético, evitando la aparición de enfermedades metabólicas e infecciosas y así finalmente que la vaca pueda desempeñarse de la mejor manera durante la lactancia.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

El período de transición es una etapa productiva de la vaca lechera que incluye el final de la gestación y el inicio de la lactancia, pasando desde un estado de balance energético generalmente positivo antes de este periodo a un balance energético negativo (BEN) durante la transición (Roche, 2015). Este periodo generalmente está comprendido entre las 3 semanas previas al parto y las 3 semanas posteriores a éste (Block, 2010; Van Saun y Sniffen, 2014; Roche, 2015; Wankhade *et al.*, 2017). Es una de las etapas fisiológicas más críticas, debido a que es aquí cuando se presenta la mayor parte de las enfermedades infecciosas y metabólicas (Van Saun, 2016). La presentación de estas patologías es uno de los factores de mayor relevancia en el desempeño productivo y reproductivo posterior (Ferguson, 2001), lo que se traduce en pérdidas económicas por menor producción láctea. Wallace *et al.* (1996) determinaron que los problemas en este periodo pueden ocasionar la pérdida de 10 a 20 lb. (4,5 a 9 kg.) de leche en el *peak* de la lactancia lo que conllevaría a una pérdida de 2000 a 4000 lb (908 a 1816 kg.) de leche en la lactancia completa.

El secado en la vaca lechera se realiza voluntariamente para lograr la correcta involución y regeneración de la glándula mamaria. Este proceso comienza alrededor de los 60 días previos a la fecha estimada de parto, teniendo un cambio en los requerimientos nutricionales debido a que es en este periodo donde habrá un mayor crecimiento del feto (más de un 70%) (Van Saun y Sniffen, 2014). Dependiendo de las capacidades de las lecherías para generar grupos de animales, el periodo de secado puede dividirse en 2 grupos donde habrá un grupo de secado inicial, o *far-off*, comprendido entre el comienzo del secado y el comienzo del período de transición, y otro grupo en secado tardío o parto propiamente tal, también llamado *close-up*, comprendido entre el comienzo del período de transición hasta el parto, donde la alimentación estará enfocada en preparar a la vaca para los desbalances que ocurran en el comienzo de la lactancia y cubrir los requerimientos nutricionales durante los 21 días previos al parto (Van Saun y Sniffen, 2014).

Período de transición parto o *close-up*

Este período se caracteriza por un aumento en las demandas nutricionales del feto, un rápido desarrollo de la glándula mamaria y un descenso brusco en el consumo de MS en las últimas 3 semanas antes del parto (Block, 2010; Lean *et al.*, 2013). Este descenso alcanza valores de

alrededor de un 30% en las últimas 3 semanas (Bertics *et al.* 1992; Grummer, 1995; Hayirli *et al.*, 1998) hasta un 89% en los últimos 7 días antes del parto (Hayirli *et al.*, 2002) en comparación con el consumo de MS al final de la lactancia.

La disminución en el consumo de MS provoca un BEN durante todo el periodo de transición, lo que lleva al organismo a recurrir a otras fuentes de energía para poder suplir las altas demandas nutricionales de esta etapa. Esto se logra mediante la oxidación hepática de AGNE, propionato, glicerol, lactato y aminoácidos que generan como principal producto adenosín trifosfato (ATP) (Allen *et al.*, 2009a). Debido al BEN por el que está cursando el organismo, se genera un aumento en los niveles plasmáticos de AGNE, lo que contribuye a la aparición de hígado graso en el postparto temprano, que, sumado a otras enfermedades infecciosas y metabólicas, deteriorarán aún más la salud del animal (Grummer, 1995).

La presentación de estas enfermedades se debe a que se genera una inmunodepresión, cuya causa no está completamente clara. Aun así, varios estudios han concluido que el aumento en los niveles plasmáticos de AGNE y β -hidroxibutirato (BHBA) se relaciona con la respuesta del sistema inmune y la ocurrencia de enfermedades metabólicas e infecciosas (Wankhade *et al.* 2017). Esto se complementa con lo observado por Scalia *et al.* (2006), quienes realizaron un estudio *in vitro* para evaluar el efecto de los AGNE sobre leucocitos polimorfonucleares bovinos y encontraron que altos niveles de estos metabolitos, reducen la viabilidad de las células y provocan un aumento en la necrosis de las mismas, lo que ayudaría a explicar la inmunodepresión y la presentación de alteraciones o enfermedades en el postparto en animales con BEN, que en el caso de afectar el aparato reproductivo, puede resultar en una disminución de la fertilidad posterior.

Es por esto que uno de los principales objetivos en este periodo es aumentar el consumo de MS. Esta caída se debe compensar aumentando la densidad nutricional de la dieta, lo que se logra aumentando los niveles de concentrados (Roche *et al.*, 2015), junto con el aumento en la concentración de proteínas (Santos *et al.*, 2001) y la disminución de la diferencia catión-anión dietaria (DCAD) de la dieta preparto mediante la adición de sales aniónicas en aquellos planteles lecheros donde haya presentación de hipocalcemia clínica (Block, 2010; Roche, 2015), lo que mejorará el balance energético postparto y disminuirá la presentación de

enfermedades metabólicas en el postparto, produciendo consecuentemente un aumento en la producción láctea (Doepel *et al.*, 2002).

Duración del periodo de *close-up*

El hecho de que el *close-up* tenga una duración de 3 a 4 semanas se debe principalmente a que la flora ruminal debe pasar por un proceso de adaptación desde una dieta de secado que consiste básicamente en forraje, a una dieta de lactancia donde los niveles de concentrados alcanzan niveles de hasta un 50% o más (Block, 2010). Debido a los altos niveles de fibra y los bajos niveles de carbohidratos no estructurales (CNE) en la dieta de secado, la flora ruminal se caracteriza por una población abundante de bacterias celulolíticas y una población escasa de bacterias amilolíticas. Estas últimas son las responsables de la producción de ácido láctico por lo que el descenso en su cantidad dentro del rumen provocará una disminución en la población de bacterias que utilizan ácido láctico (Block, 2010). La población de bacterias productoras de ácido láctico aumenta rápidamente ante la inclusión de CNE en la dieta postparto, pero las bacterias que lo consumen demoran alrededor de 3 a 4 semanas en adaptarse a los altos niveles de este ácido (Block, 2010). Debido a esto, un cambio brusco desde una dieta de secado a una dieta de postparto aumenta el riesgo de presentación de acidosis ruminal aguda. Por otro lado, este cambio abrupto en la dieta provocará un exceso de producción de ácidos grasos volátiles dentro del rumen provenientes de la fermentación de los CNE en la dieta, excediendo los límites de absorción por la pared ruminal debido a una menor abundancia y tamaño de las papilas ruminales, provocando una acidosis ruminal subaguda, proceso patológico que genera un descenso en el consumo de MS y en la digestibilidad del alimento en el rumen, como también la presentación de laminitis (Block, 2010).

Efecto del tiempo de exposición a dietas preparto sobre rendimiento productivo

Existen variados estudios que han evaluado el efecto que tiene el tiempo de exposición a la dieta de *close-up* sobre distintos parámetros productivos. Robinson *et al.* (2001) concluyeron que la duración óptima de una dieta de preparto, caracterizada por un aumento de los niveles de proteína en la dieta, es de 9 a 12 días en vaquillas, mientras que en vacas multíparas expuestas a una dieta de preparto por 5 a 19 días, con o sin suplementación de proteína, no

se observaron diferencias en su producción de leche total o en la producción de proteína en la leche.

Por otra parte, Mashek y Beede (2001) compararon la entrega de la dieta de *close-up* por 3 y por 6 semanas, donde concluyeron que con periodos mayores a 26 días se aumenta el balance energético de los animales durante las primeras dos semanas postparto, teniendo mayores niveles plasmáticos de insulina y menores niveles plasmáticos de AGNE.

Adicionalmente, Corbett (2002) realizó un estudio retrospectivo con 13.000 vacas, donde concluyó que vacas en preparto por 15 a 21 días producen 2-3 litros de leche más por día comparado con un periodo de preparto de 0 a 7 días, y que en un preparto mayor a 21 días producen 1.200 kg. de leche más por lactancia que con un preparto menor a 7 días.

Sin embargo, Contreras *et al.* (2004) compararon el efecto de la entrega de dietas de *close-up* por 21 y 60 días, donde no observaron diferencias en la producción láctea, pero sí en la producción de grasa en leche, siendo mayor en el primer grupo. También concluyeron que las vacas expuestas a dietas de transición preparto por 60 días, aumentaron en mayor medida su condición corporal en comparación con aquellas expuestas a dietas de transición preparto por 21 días, pero pasaron más días hasta el primer servicio.

DeGaris *et al.* (2008) concluyeron que la duración óptima de entrega de la dieta de *close-up* es de 25 días para obtener niveles óptimos de grasa y proteína en leche y de 22 días para niveles óptimos de producción de leche. En 2010, realizaron otro estudio, donde concluyeron que aumentar los días de exposición a dietas de *close-up* se asocia a un mejoramiento en los parámetros reproductivos, pero aumenta el riesgo de mastitis. Por otro lado, aumentaron las probabilidades de preñez a las 6 y 21 semanas postparto al aumentar los días de exposición a la dieta de transición preparto (DeGaris *et al.*, 2010a). El mismo año realizaron un estudio paralelo donde concluyeron que al aumentar los días de exposición a la dieta de *close-up* se mejora el balance energético en la vaca, medido a través de BHBA y AGNE plasmáticos (DeGaris *et al.*, 2010b).

Por otro lado, Farahani *et al.* (2017) compararon la entrega de dieta de *close-up* por 10 y 21 días, donde concluyeron que un menor tiempo de entrega de esta dieta, junto con el aumento

en los niveles de proteína en la misma, mejora el balance energético, pero que no hay diferencias en el consumo de MS y de producción láctea.

Finalmente, Vieira-Neto *et al.* (2021) compararon la estadía en el grupo de parto durante 7, 28 y 42 días encontrando una asociación entre la duración del periodo de parto con la producción, salud, reproducción y sobrevivencia, variando entre número de partos. Junto con esto, observaron una asociación cuadrática para algunos de los análisis realizados, lo que sugiere que existe un tiempo óptimo para este periodo que varió entre 21 y 28 días, y que por lo tanto una estadía corta o prolongada puede disminuir el rendimiento general de las vacas lecheras.

Debido a la diferencia en los resultados obtenidos en los estudios presentados, es que se hace necesario dilucidar cuál es la duración óptima del periodo de transición parto, reflejado en los días de entrega de la dieta de parto. Para esto, se realizará un estudio retrospectivo en lecherías con vacas de raza Holstein, ubicadas en la zona central de Chile.

HIPÓTESIS

El rendimiento productivo de las vacas lecheras al inicio de la lactancia está relacionado positivamente con el tiempo que permanecen en el grupo de parto.

OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto de la duración del período de transición parto sobre la producción de leche, fertilidad y presentación de patologías postparto en vacas lecheras de la zona central de Chile.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar la relación entre la duración del período de transición parto y la producción láctea en lecherías de la zona central de Chile.
2. Determinar la relación entre la duración del período de transición parto y la fertilidad posterior en lecherías de la zona central de Chile.
3. Determinar la relación entre la duración del período de transición parto y la presentación de patologías postparto en lecherías de la zona central de Chile.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó información proveniente de dos lecherías con vacas de raza Holstein, de la zona central de Chile, ubicadas en las Regiones de Valparaíso y Metropolitana. Estas poseen un sistema de confinamiento permanente con tres ordeñas diarias, producciones promedio de 12.000 a 13.000 litros por lactancia, y cuentan con 750 y 1200 vacas en ordeña respectivamente.

Las vacas son alimentadas en base a raciones formuladas de acuerdo con los estándares del National Research Council (NRC, 2001), las que son distribuidas mediante un carro mezclador. El manejo alimentario de las vacas comprende distintas dietas según etapa productiva, encontrándose raciones para vacas secas, preparto, post parto temprano y vacas en producción. Las vacas son trasladadas semanalmente a corrales de vacas secas aproximadamente 60 días previos a la fecha estimada de parto. Luego son trasladadas, también semanalmente, a un corral de preparto aproximadamente 21 días previos a la fecha estimada de parto. Posterior al parto, las vacas son trasladadas a un corral de postparto donde permanecen aproximadamente 4 semanas, siendo evaluadas sanitariamente mediante controles específicos (detallados más adelante). Finalmente, las vacas son trasladadas a corrales de lactancia. Cada cambio de corral es registrado por el personal, información que será utilizada en el estudio.

En cuanto al manejo reproductivo, los partos ocurren en los corrales de preparto donde se les da la comodidad necesaria y donde son observados por personal capacitado para realizar asistencia temprana si fuese necesario. Los terneros son separados de las madres inmediatamente después del parto. Los exámenes puerperales se realizan a partir del día siguiente al parto, los cuales siguen los protocolos elaborados por el médico veterinario asesor.

Se realizan controles específicos durante los primeros tres días post parto los que incluyen la determinación de la condición corporal mediante inspección visual, determinación de temperatura rectal, cuantificación de cuerpos cetónicos en sangre, examen de la glándula mamaria, examen de la leche, detección de desplazamiento de abomaso, detección de retención de membranas fetales o secreciones anormales, detección de metritis puerperal y detección de hipocalcemia clínica. Cuando existe un diagnóstico positivo, se reexamina en

los días posteriores hasta determinar el alta. La información diaria es transferida a registros computacionales.

El examen ginecológico previo al ingreso al programa de inseminación se realiza dentro de los 21 a 28 días postparto, e incluye la evaluación visual de la secreción vaginal para el diagnóstico de endometritis clínica.

Los servicios se realizan por inseminación artificial luego de un periodo de espera voluntario de aproximadamente 60 días. Los celos son detectados por observación periódica visual, lo que se complementa con ayudas a la detección como pinturas o parches en la base de la cola, que se activan con la monta, o detectores electrónicos de actividad. Las vacas en celo son inseminadas aproximadamente 8 a 12 horas posterior a la detección del estro, según regla AM/PM.

Para el diagnóstico de preñez se realiza ultrasonografía transrectal desde los 30 días luego de la última inseminación. Las vacas preñadas son examinadas nuevamente vía palpación rectal alrededor de los 60 días después de la IA para confirmar la continuación de la gestación. Las vacas no preñadas son sometidas a un manejo hormonal para la resincronización del celo.

Recolección y procesamiento de la información

Se recolectó información retrospectiva durante un periodo de 18 meses. Estos datos fueron obtenidos a través de los programas computacionales DairyComp 305 (Valley Agricultural Software, Tulare, CA, USA) y AfiFarm (Afimilk Ltd., Israel), utilizados por las lecherías para registrar producción láctea, manejos, tratamientos y cambios de corral. En aquellos casos donde no se contaba con la información en los programas, esta fue obtenida a partir de registros manuales de los planteles lecheros.

Los datos recolectados contenían información sobre: predio, identificación, fecha de movimiento de las vacas a los corrales de preparto, fecha de parto, número del parto, tipo de parto (único o múltiple) y condición corporal al secado y al parto. También se recolectaron datos productivos y reproductivos del postparto como: fecha de las inseminaciones, diagnóstico de preñez, lapso parto-preñez y producción de leche acumulada a los 100 días en lactancia. Por otro lado, fueron recolectados datos relacionados con las enfermedades o alteraciones del postparto como: presencia de fiebre ($T^{\circ} \geq 39,5^{\circ}C$), metritis puerperal,

retención de membranas fetales, hipocalcemia clínica, cetosis, desplazamiento del abomaso, mastitis (dentro de los primeros 100 días en lactancia), endometritis, y eliminación o muerte (hasta los 200 días en lactancia).

Los criterios de exclusión de datos fueron: abortos (gestación menor a 260 días), vacas trasladadas prematuramente al corral de parto debido a enfermedad o baja condición corporal y permanencias en el grupo de parto menores a 14 y mayores a 45 días. Contando finalmente con 2.586 partos para el análisis de su información en el estudio.

Análisis de la información

La información fue analizada utilizando el programa estadístico IBM SPSS Statistics 22.

Efectos del tiempo de permanencia en el grupo de parto

Producción de leche

Se recolectaron los datos de producción de leche acumulada hasta los 100 días en lactancia y mediante un análisis de varianza se determinó el efecto del tiempo de permanencia en el grupo de parto. El modelo estadístico incluyó los efectos del tiempo de permanencia en el grupo de parto (1: corto, 2: moderado, 3: largo), número de lactancia (1°, 2°, ≥3), predio (1 o 2) y además las interacciones relevantes entre estos factores. El modelo estadístico usado fue:

$$Y_{ijkl} = \mu + D_i + L_j + P_l + I_m + e_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} = Producción de leche acumulada a los 100 días de lactancia

D_i = Efecto de i-ésimo tiempo en el corral de parto ($i = 1$: corto, 2 : moderado, 3 : largo)

L_j = Efecto del j-ésimo número de lactancia ($j = 1^\circ, 2^\circ$ o ≥ 3 lactancias)

P_k = Efecto del l-ésimo predio ($l = 1$ o 2)

I_l = Efecto de la interacción entre el tiempo de permanencia en parto y el grupo de lactancia

e_{ijkl} = Error

Los promedios de mínimos cuadrados fueron comparados utilizando la prueba de Tukey.

La determinación del rango de días en que los animales permanecieron en los corrales de parto fue determinada *a posteriori*, según la distribución obtenida de los mismos.

Tasa de concepción a la primera inseminación

Se realizó la comparación de la fertilidad a la primera inseminación entre todos los animales por medio de una regresión logística binaria, con un intervalo de confianza (CI) de 95%, considerando los efectos del tiempo que permanecieron en el corral de parto (1: corto, 2: moderado, 3: largo), número de lactancia (1°, 2°, ≥3), producción de leche acumulada a los 100 días de lactancia (variable continua), presencia de alteraciones o enfermedades en el postparto (0: presencia, 1: ausencia) y el predio en el cual se encuentra el animal (1 o 2) según el siguiente modelo:

$$p = \frac{1}{1 + e^{(-\alpha - \beta_i D_i - \beta_j L_j - \beta_k A_k - \beta_l P_l)}}$$

Donde:

Y = Concepción a la primera inseminación (0: No preñada; 1: Preñada)

p = Probabilidad de que Y = 1

α = Intercepto

β_i = Parámetro días en el corral de parto

D_i = Efecto del i-ésimo día en el corral de parto (i = 1: corto, 2: moderado, 3: largo)

β_j = Parámetro número de lactancia

L_j = Efecto del j-ésimo número de lactancia (j = 1°, 2° o ≥3 lactancias)

β_k = Parámetro presencia de alteración postparto

A_k = Efecto de la l-ésima alteración o enfermedad en el postparto (k = 0: presencia, 1: ausencia)

β_l = Parámetro predio

P_l = Efecto del m-ésimo predio (l = 1 o 2)

Días desde el parto a la preñez

Se recolectaron los datos de obtención de preñez hasta los 200 días en lactancia y se realizó un análisis de sobrevivencia de Kaplan-Meier, el cual consiste en medir el tiempo desde un evento inicial, en este caso el parto, hasta un evento esperado, la preñez, con lo cual se obtuvo la mediana de los días a la preñez y la velocidad de obtención de la preñez según los días en que las vacas estuvieron en el grupo de preparto. Las curvas generadas se compararon mediante la prueba Log-Rank.

Incidencia de enfermedades o alteraciones postparto

Para determinar el efecto de los días en que las vacas estuvieron en el grupo de preparto sobre la probabilidad de ocurrencia de las enfermedades o alteraciones del postparto se utilizó un modelo de regresión logística binaria con un CI de 95%, considerando los efectos de los días que permanecieron en el corral de preparto (1: corto, 2: moderado, 3: largo), número de lactancia (1°, 2°, ≥3), producción de leche acumulada a los 100 días (variable continua) y el predio en el cual se encuentra el animal (1 o 2) según el siguiente modelo:

$$p = \frac{1}{1 + e^{(-\alpha - \beta_i D_i - \beta_j L_j - \beta_k PL_k)}}$$

Donde:

Y = Enfermedad o alteración en el postparto (0: Ausencia; 1: Presencia)

p = Probabilidad de que Y = 1

α = Intercepto

β_i = Parámetro días en el corral de preparto

D_i = Efecto del i-ésimo día en el corral de preparto (i = 1: corto, 2: moderado, 3: largo)

β_j = Parámetro número de lactancia

L_j = Efecto del j-ésimo número de lactancia (j = 1°, 2° o ≥3 lactancias)

β_k = Parámetro predio

P_k = Efecto del m-ésimo predio (k = 1 o 2)

Eliminación o muerte

Se comparó la proporción de vacas eliminadas hasta un máximo de 200 días, utilizando una prueba de χ^2 . Conjuntamente se realizó un análisis de sobrevivencia para determinar la velocidad de ocurrencia del evento, en este caso la eliminación o muerte.

Para aquellos modelos estadísticos que incluyan la presencia de alteraciones o enfermedades en el postparto, esto correspondió a la presentación de cualquiera de ellas (fiebre, metritis puerperal, retención de membranas fetales, hipocalcemia clínica, cetosis, desplazamiento del abomaso, mastitis, endometritis). Pero, por otro lado, también se evaluó el efecto de la presentación de cada una de ellas individualmente, como también separadas en los siguientes grupos: alteraciones en el metabolismo de energía, alteraciones en el metabolismo de minerales y enfermedades infecciosas.

RESULTADOS

De los 2.586 partos considerados en el estudio, el 80,4% (n=2.078) corresponden al predio uno y el 19,6% (n=508) al predio dos. El 34,3% (n=886) corresponde a vacas de primer parto, 27,8% (n=718) a segundo parto, 17,3% (n=448) a tercer parto y el 20,7% (n=534) a cuarto o más partos. Los datos obtenidos de tiempo de permanencia en preparto y su distribución se pueden observar en la Figura 1. Estos datos fueron posteriormente agrupados en tres niveles, de manera de que el rango de días de permanencia del grupo intermedio se acercara al tiempo objetivo que tenían los predios lecheros (4 semanas). Es así como los animales que permanecieron en el preparto durante 14-21 días fueron asignados al grupo de “tiempo de permanencia corto” (n=382). Luego, aquellos animales que permanecieron entre 22-34 días en el preparto, fueron asignados al grupo de “tiempo de permanencia mediano” (n=1683). Finalmente, aquellos animales que permanecieron en el corral de preparto entre 35-45 días, se asignaron al grupo de “tiempo de permanencia largo” (n=521).

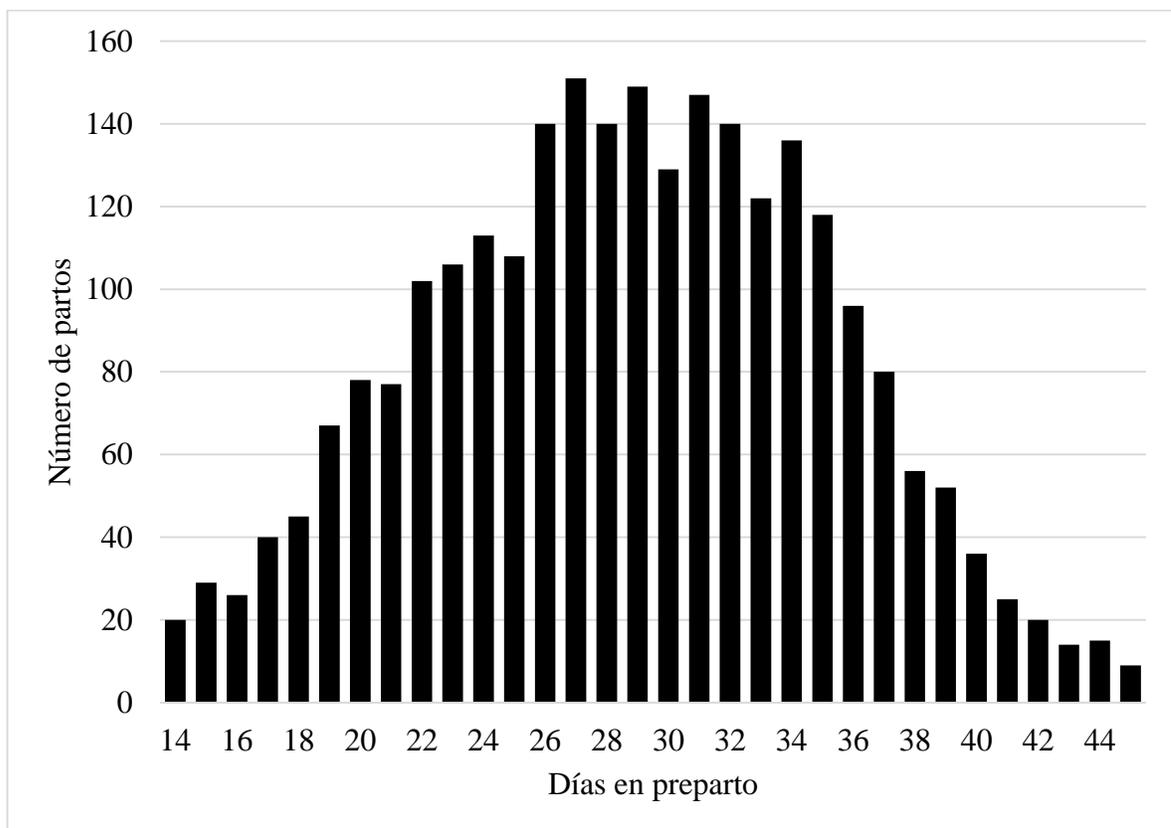


Figura 1. Distribución de partos según días de permanencia en el grupo de preparto, expresado en días de preparto.

Producción de leche

En la Tabla 1 se detalla el efecto de los factores considerados en el modelo para producción de leche acumulada a los 100 días. Todos los factores incluidos, a excepción del predio, tuvieron un efecto significativo sobre la producción de leche.

Tabla 1

Efecto de los factores incluidos en el modelo sobre la producción de leche acumulada a los 100 días en lactancia ($R^2= 0,16$)

Factores	<i>p</i>
Predio	0,08
Número de lactancia	<0,01
Tiempo de permanencia en parto	<0,01
Interacción número de lactancia y tiempo de permanencia en parto	<0,01

Las medias estimadas de producción de leche acumulada a los 100 días por cada grupo de lactancia se indican en la Tabla 2. La producción de vacas de primera lactancia fue significativamente inferior ($p<0,01$) que la de vacas de segunda y más lactancias. Además, las vacas de segunda lactancia mostraron una menor producción que las vacas de mayor edad. No hubo diferencias ($p=0,43$) en la producción de leche entre vacas de tercera lactancia y las de cuarta o más lactancias.

Tabla 2

Promedio de mínimos cuadrados (\pm EE) para producción de leche acumulada a los 100 días por grupo de lactancia

N° de lactancia	Producción (litros) \pm EE
Primera	3.384 \pm 24 ^a
Segunda	4.162 \pm 40 ^b
Tercera	4.384 \pm 64 ^c
\geq Cuarta	4.313 \pm 73 ^c
Total	4.158 \pm 25

a, b, c. Superíndices diferentes dentro de la columna indican diferencias significativas entre grupos ($p < 0,01$).

Con relación a los promedios de producción de leche acumulada a los 100 días por grupo de parto, esta información se muestra en la Tabla 3. Se observa que las diferencias entre las medias de los grupos de permanencia corta y larga, y la diferencia entre las medias de producción de los grupos de permanencia mediana y larga fueron significativas ($p < 0,01$). Por otro lado, se observó una tendencia ($p = 0,09$) a una menor producción de leche en el grupo de parto corto con respecto al grupo de permanencia media.

Tabla 3

Promedio de mínimos cuadrados (\pm EE) para producción de leche acumulada a los 100 días por grupo de parto

Tiempo en parto	Producción (litros) \pm EE
Corto (14-21 días)	3.917 \pm 65 ^a
Mediano (22-34 días)	4.034 \pm 29 ^a
Largo (35-45 días)	4.231 \pm 58 ^b
Total	4.158 \pm 25

a, b. Superíndices diferentes dentro de la columna indican diferencias significativas ($p < 0,01$).

Por último, se analizó la interacción entre el grupo de lactancia y el grupo de permanencia de parto cuyas medias estimadas se indican en la Tabla 4. Se puede observar que en aquellas vacas de los grupos de primera y tercera lactancia no hubo diferencias significativas entre grupos. En el caso de las vacas de segunda lactancia todas las diferencias entre grupos fueron significativas ($p < 0,05$). Finalmente, en vacas de cuarta o más lactancias todas las diferencias

fueron significativas ($p<0,05$), a excepción de la diferencia entre los grupos de permanencia corta y mediana ($p=0,38$).

Tabla 4

Promedio de mínimos cuadrados (\pm EE) para producción de leche acumulada a los 100 días por grupo de lactancia y grupo de parto

Nº de lactancia	Tiempo en parto	Producción (litros) \pm EE
Primera	Corto (14-21 días)	3.293 \pm 64 ^a
	Mediano (22-34 días)	3.417 \pm 27 ^a
	Largo (35-45 días)	3.442 \pm 59 ^a
Segunda	Corto (14-21 días)	3.750 \pm 152 ^a
	Mediano (22-34 días)	4.268 \pm 45 ^b
	Largo (35-45 días)	4.471 \pm 86 ^c
Tercera	Corto (14-21 días)	4.377 \pm 233 ^a
	Mediano (22-34 días)	4.331 \pm 74 ^a
	Largo (35-45 días)	4.443 \pm 145 ^a
\geq Cuarta	Corto (14-21 días)	4.249 \pm 188 ^a
	Mediano (22-34 días)	4.124 \pm 96 ^a
	Largo (35-45 días)	4.469 \pm 134 ^b

a, b, c. Superíndices diferentes dentro de la columna indican diferencias significativas dentro del grupo de lactancia ($p<0,05$).

Tasa de concepción a la primera inseminación

Se realizó una regresión logística binaria para evaluar el efecto del predio, número de lactancia, grupo de parto y presencia o ausencia de alteraciones o enfermedades en el postparto sobre la tasa de concepción (TC) a la primera inseminación. El modelo fue estadísticamente significativo ($p<0,01$) con los factores incluidos. La TC general a la primera inseminación fue de 37,3% y las TC por grupo se indican en la Tabla 5. Como se observa, las vacas que permanecieron un menor tiempo en el grupo de parto tuvieron mejor fertilidad con respecto a aquellas que estuvieron un periodo mediano y largo, pero las diferencias no fueron significativas. En cuanto al predio, el número uno presentó una tasa de concepción levemente mayor al número dos, pero la diferencia entre ellos tampoco fue

significativa. En cambio, la fertilidad observada en vacas de primer parto fue superior ($p<0,01$) a la obtenida por aquellas que tenían dos, tres y 4 o más lactancias. Por otro lado, la menor tasa de concepción obtenida por aquellos animales que presentaron alteración o enfermedad en el postparto fue diferente a aquellas vacas que no lo hicieron ($p<0,01$).

Tabla 5

Tasa de concepción a la primera inseminación (TC) y efecto de las variables incluidas en el modelo

Variable	Categoría	TC%	<i>p</i>	OR	IC 95%
Tiempo de permanencia en preparto	Corto (14-21 días)	39,5		Ref.	
	Mediano (22-34 días)	37,2	0,89	0,98	0,78-1,25
	Largo (35-45 días)	35,9	0,93	1,01	0,76-1,36
Número de lactancia	Primera	47,9		Ref.	
	Segunda	37,9	<0,01	0,64	0,52-0,79
	Tercera	31,3	<0,01	0,48	0,38-0,61
	≥ Cuarta	24,0	<0,01	0,35	0,27-0,44
Predio	1	37,4		Ref.	
	2	36,6	0,75	0,97	0,78-1,20
Alteración o enfermedad en postparto	No	40,0		Ref.	
	Si	32,9	<0,01	0,74	0,62-0,87

OR= Odds ratio, IC 95%= Intervalo de confianza de 95%.

Finalmente, se realizaron regresiones para cada grupo de lactancia con las mismas variables que el modelo general. Para las vacas de primera lactancia, se observó una menor TC al primer servicio ($p<0,05$) en vacas que presentaron una enfermedad en el postparto con respecto a las que no, con valores de 43,6% y 50,9%, respectivamente. En la Tabla 6 se indica la TC al primer servicio según grupo de preparto y grupo de lactancia, donde las diferencias en la TC a la primera inseminación de vacas de primera lactancia no fueron diferentes entre grupos. En el caso de las vacas de segunda lactancia se observó una menor TC a la primera inseminación ($p=0,05$) para aquellas hembras que pertenecen al grupo de permanencia corta con respecto a las del grupo de permanencia mediana en el preparto. En vacas de tercera lactancia, el grupo de permanencia corta presentó una mayor TC a la primera inseminación con respecto al grupo de permanencia mediana ($p<0,05$) y al grupo de permanencia larga

($p < 0,05$). Finalmente, no se observaron diferencias entre los grupos de parto en vacas de cuatro o más lactancias.

Tabla 6

Tasa de concepción a la primera inseminación (%) por grupo de parto y grupo de lactancia.

Grupo de parto	Primera lactancia	Segunda lactancia	Tercera lactancia	Cuarta lactancia	Total
Corto (14-21 días)	49,5	28,4	50,0	18,8	39,5
Mediano (22-34 días)	47,3	39,8	26,5	24,8	37,2
Largo (35-45 días)	47,9	36,8	36,4	24,5	35,9
Total	47,9	37,9	31,3	24,0	37,3

Días desde el parto a la preñez

En la Tabla 7 se muestra el porcentaje de vacas que lograron la preñez dentro de los primeros 200 días posteriores al parto, junto a las medianas de los días a la preñez para cada uno de los grupos de tiempo de permanencia en parto. Las curvas generadas (Figura 2) fueron comparadas mediante la prueba de Log Rank, donde no hubo diferencias significativas entre grupos. Junto a esto se realizó una comparación entre grupos de permanencia en parto por cada grupo de lactancia, donde no se observaron diferencias dentro de la primera y cuarta o posterior lactancia. Por otro lado, se observó una tendencia a una menor preñez a los 200 DEL ($p=0,08$) en las vacas de segunda lactancia que pertenecen al grupo de permanencia corta en parto con respecto a aquellas de permanencia mediana, las que tuvieron medianas de días a la preñez de 129 y 103 días, respectivamente. Finalmente, se observó una tendencia a una mayor preñez a los 200 DEL ($p=0,08$) en vacas de tercera lactancia que pertenecen al grupo de permanencia corta en parto con respecto a aquellas de permanencia mediana, las que tuvieron medianas de días a la preñez de 103 y 131 días, respectivamente.

Tabla 7

Medianas de días desde el parto a la preñez y porcentaje de vacas preñadas hasta los 200 días en leche (Preñez) según tiempo de permanencia en el grupo de parto

Tiempo de permanencia en parto	Preñez	Mediana (días)	IC 95%
Corto (14-21 días)	76,7%	107 ^a	97-117
Mediano (22-34 días)	75,2%	108 ^a	103-113
Largo (35-45 días)	73,1%	116 ^a	105-127
Total	75,0%	109	105-113

a. Superíndices comunes dentro de la columna indican que no hay diferencias significativas entre grupos ($p>0,05$).

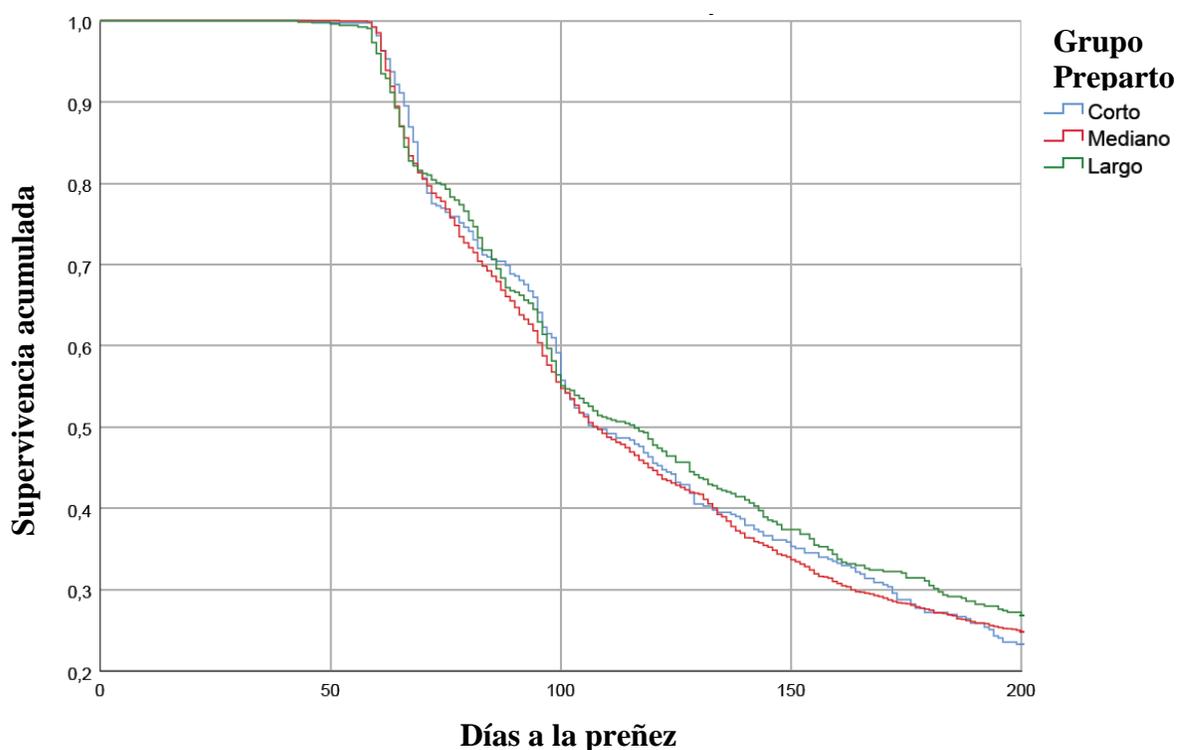


Figura 2. Curvas de supervivencia de días abiertos hasta los 200 días en lactancia (DEL) según duración del periodo de parto, representado por los diferentes grupos de parto.

Incidencia de enfermedades o alteraciones postparto

Se realizó una regresión logística binaria para evaluar el efecto del predio, número de lactancia y grupo de preparto sobre la incidencia de enfermedades o alteraciones del postparto. El modelo fue estadísticamente significativo ($p < 0,01$) con los factores incluidos. Un 38,0% de las vacas presentaron alguna alteración en el periodo de postparto. Las incidencias por grupo se indican en la Tabla 8, donde se observa que las vacas que permanecieron un menor tiempo en el grupo de preparto tuvieron una mayor incidencia de enfermedades o alteraciones postparto con respecto a aquellas que estuvieron un periodo mediano y largo, pero las diferencias no fueron significativas. En cuanto al predio, el número uno presentó una incidencia de enfermedades levemente mayor al número dos, pero la diferencia entre ellos tampoco fue significativa. Con respecto al número de lactancia, la mayor incidencia observada en vacas de primera lactancia con respecto a aquellas de segunda y tercera lactancia fue significativa ($p < 0,01$) al igual que la mayor incidencia observada en vacas de cuatro o más lactancias con respecto a las de primera lactancia ($p = 0,04$).

Tabla 8

Incidencia de enfermedad o alteración en el postparto (PP%) y efecto de las variables incluidas en el modelo

Variable	Categoría	PP%	<i>p</i>	OR	IC 95%
Tiempo de permanencia en preparto	Corto (14-21 días)	40,6		Ref.	
	Mediano (22-34 días)	38,9	0,51	1,08	0,86-1,37
	Largo (35-45 días)	33,2	0,54	0,91	0,68-1,22
Número de lactancia	Primera	41,4		Ref.	
	Segunda	30,9	<0,01	0,63	0,51-0,78
	Tercera	32,8	<0,01	0,70	0,55-0,89
	≥ Cuarta	46,1	0,04	1,26	1,01-1,57
Predio	1	35,6		Ref.	
	2	47,6	<0,01	1,68	1,37-2,07

OR= Odds ratio, IC 95%= Intervalo de confianza de 95%.

Finalmente, se realizaron regresiones para cada grupo de lactancia con las mismas variables que las usadas en el modelo general. Para las vacas de primera lactancia, la incidencia de

enfermedades postparto del predio uno fue menor a la del predio dos ($p < 0,01$), cuyos valores para esta variable fueron de 38,0% y 55,0%, respectivamente. Por otro lado, como se observa en la Tabla 9, las vacas de primer parto pertenecientes al grupo de permanencia mediana en preparto mostraron una mayor incidencia de enfermedades con respecto al grupo de permanencia corta ($p = 0,05$). En vacas de segunda lactancia no se observaron diferencias entre los grupos de preparto y predios. Para aquellas vacas de tercera lactancia se observó una tendencia ($p = 0,06$) a una mayor presentación de enfermedades postparto en el grupo de permanencia corta en preparto con respecto al grupo de permanencia mediana. Por otro lado, se observó una mayor incidencia ($p = 0,05$) en el grupo de permanencia corta con respecto al grupo de permanencia larga. Con respecto a las vacas de cuatro o más lactancias, se observó una menor incidencia de enfermedades postparto del predio uno con respecto a la del predio dos ($p = 0,01$), cuyos valores para esta variable fueron de 42,8% y 63,9%, respectivamente. También se observó una mayor incidencia en el grupo de permanencia corta con respecto al grupo de permanencia mediana ($p = 0,02$), y una mayor incidencia para el grupo de permanencia mediana con respecto al grupo de permanencia larga ($p = 0,01$).

Tabla 9

Incidencia de enfermedad o alteración en el postparto (%) por grupo de preparto y grupo de lactancia.

Grupo de preparto	Primera lactancia	Segunda lactancia	Tercera lactancia	Cuarta lactancia	Total
Corto (14-21 días)	34,0	30,9	47,7	65,2	40,6
Mediano (22-34 días)	44,9	31,5	32,0	45,1	38,9
Largo (35-45 días)	35,9	29,0	29,1	38,8	33,2
Total	41,4	30,9	32,8	46,1	38,0

Eliminación o muerte

En cuanto al tiempo que pasó hasta que los animales fallecieron en los predios o fueron vendidos, en la Tabla 10 se indican las tasas de eliminación por grupo de permanencia preparto. Las curvas generadas (Figura 3) fueron comparadas mediante la prueba de Log Rank, donde no hubo diferencias significativas entre los grupos de tiempo de permanencia

en parto. Luego, se realizó una comparación entre grupos por cada grupo de lactancia donde no se observaron diferencias entre grupos de permanencia en el parto para los grupos de tercera lactancia y de cuarta o más lactancias. Por otro lado, se observó una tendencia ($p = 0,07$) a una mayor eliminación en las vacas de primera lactancia pertenecientes al grupo de permanencia en parto corto con respecto a aquellas de permanencia mediana, donde la tasa de eliminación para cada grupo fue de 4,8% y 2,2%, respectivamente. Finalmente, se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en las vacas de segunda lactancia entre los grupos de permanencia en parto corto y mediano; y entre los grupos de permanencia en parto corto y largo, donde las tasas de eliminación para cada grupo fueron de 11,1% (Corto), 5,2% (Mediano) y 4,5% (Largo).

Tabla 10

Tasa de eliminación o muerte hasta los 100 días en leche según tiempo de permanencia en el grupo de parto

Tiempo de permanencia en parto	Tasa de eliminación o muerte
Corto (14-21 días)	8,6% ^a
Mediano (22-34 días)	7,4% ^a
Largo (35-45 días)	8,1% ^a
Total	7,7%

a. Superíndices comunes dentro de la columna indica que no hay diferencias significativas entre grupos ($p > 0,05$).

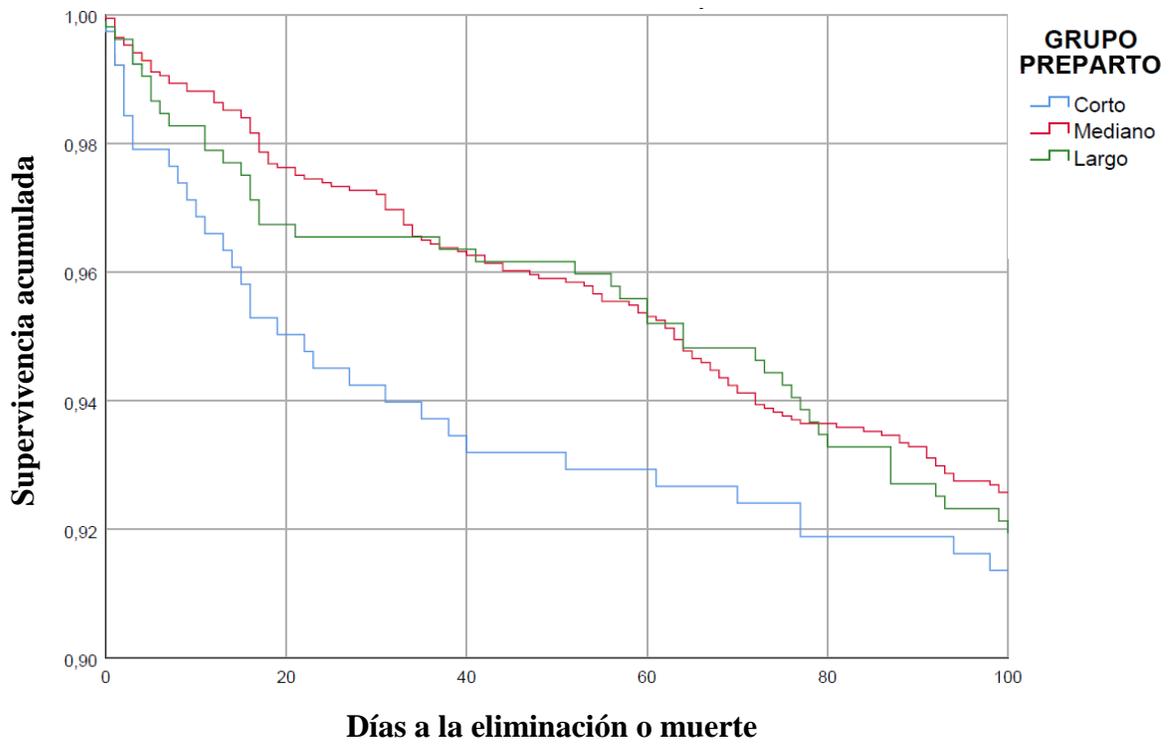


Figura 3. Curvas de supervivencia de días a la salida o eliminación hasta los 100 días en lactancia (DEL) por grupo de parto.

DISCUSIÓN GENERAL

El objetivo principal de este estudio fue evaluar el efecto del tiempo de permanencia en el grupo de parto sobre variables productivas, reproductivas y de salud, con el propósito de determinar cuál es el periodo óptimo, para lograr un mejor desempeño general en vacas lecheras. La permanencia en el grupo de parto está asociada a la exposición a la dieta diseñada y entregada durante este periodo, la que tiene como objetivo adaptar la microbiota ruminal a las dietas entregadas durante la lactancia, al mismo tiempo que busca cumplir con la entrega de nutrientes en un periodo donde el consumo de materia seca se ve reducido. La primera dificultad del estudio fue que, al tratarse de un estudio prospectivo histórico, la distribución de los datos no fue homogénea entre los grupos de permanencia en parto. Esta diferencia se hizo evidente al obtener el promedio de lactancias para cada uno de los grupos que fue de 2,1 para el grupo de permanencia corta, 2,4 para el grupo de permanencia mediana y 2,7 para el grupo de permanencia larga. Esto indica que, en general, las vacas más jóvenes permanecieron en promedio menos tiempo en el grupo de parto con respecto a aquellas de mayor edad. Esta información podría ser una de las causas de por qué el modelo de análisis de varianza indica que una estadía más larga en el parto generará lactancias con mayores niveles productivos de leche considerando que, según los datos obtenidos en el estudio y el conocimiento general de los niveles productivos en vacas lecheras, vacas con más lactancias producirán en promedio más leche. Es debido a esta situación que todos los análisis estadísticos diseñados en un comienzo fueron realizados adicionalmente dentro de cada grupo de lactancia con el propósito de determinar el efecto del tiempo de permanencia en el parto en cada uno de ellos. En segundo lugar, la inclusión de cada individuo en el presente estudio dependía de si contaba con una fecha de ingreso a parto de manera que se pudiera calcular el tiempo que permaneció cada animal en el grupo de parto.

Para un mejor entendimiento de la información generada en el presente estudio y con el objetivo de entregar recomendaciones que permitan obtener un mejor rendimiento productivo, reproductivo y una mejor salud en las vacas lecheras los resultados fueron analizados por grupo de lactancia, de manera que pueda servir como insumo para tomar mejores decisiones de manejo en cada plantel lechero.

En vacas de primera lactancia, la producción de leche acumulada hasta los 100 días posteriores al parto fue menor ($p<0,01$) y la tasa de concepción a la primera inseminación fue mayor ($p<0,01$) al compararla con vacas de dos o más partos (Tabla 2). Sin embargo, para ambos indicadores no se observó un efecto del tiempo de permanencia en el grupo de preparto (Tabla 3). A diferencia de lo reportado por Vieira-Neto *et al.* (2021) que encontraron una mayor producción promedio de leche diaria en vacas de primer parto cuando los animales permanecieron 25 días en el grupo de preparto y la mayor producción acumulada a los 300 días se obtuvo cuando las vacas permanecieron 21 días en el grupo de preparto. El estudio mencionado tampoco reportó diferencias en los resultados reproductivos de vacas de primer parto. De manera similar, Robinson *et al.* (2001) evaluaron el efecto de la suplementación de proteína durante el período de preparto, lo que no tuvo efecto sobre el desempeño productivo y reproductivo, pero la mejor producción de leche y de proteína fue obtenida por el grupo que permaneció entre 9 a 12 días en el grupo de preparto. Dichos resultados son difíciles de comparar con los del presente estudio, ya que la distribución de los grupos según el tiempo de permanencia en el preparto fue de 1-4 días, 4-8 días, 9-12 días y 13-19 días, lo que implica que posiblemente los animales de los primeros tres grupos no tuvieran tiempo suficiente de adaptarse al cambio de dieta, según lo descrito por Block (2010). Muchos de los estudios que abordan la temática no analizan los resultados de manera separada por grupo de lactancia, por lo que es difícil realizar una comparación de los resultados mencionados (Mashek y Beede, 2001; Corbett, 2002; Contreras *et al.*, 2004; DeGaris *et al.*, 2008; DeGaris *et al.*, 2010a; DeGaris *et al.*, 2010b; Farahani *et al.*, 2017).

Un factor que sí tuvo efecto en la fertilidad temprana (tasa de concepción a la primera inseminación) de las vacas de primer parto fue la presentación de enfermedades postparto causando una disminución en este indicador ($p<0,05$) con respecto a aquellas vacas que no presentaron patologías durante el postparto (Tabla 5), lo que podría indicar que la monitorización de la salud postparto de este grupo se transforma en un factor relevante a la hora de mejorar la generación de preñeces tempranas. Esta recomendación se torna más relevante para el predio dos, ya que la incidencia de enfermedades en el postparto en vacas de primer parto en esta lechería fue mayor ($p<0,01$) (Tabla 8). Finalmente, con respecto al tiempo de permanencia en el grupo de preparto, los datos obtenidos indican que el único efecto que tuvo este factor fue sobre la eliminación, donde aquellas vacas de primer parto

que permanecieron más de 22 días mostraron una tendencia a un menor porcentaje de muerte o venta hasta los 100 días posteriores al parto ($p=0,07$). Esto podría estar asociado a que las vacas primíparas presentan un mayor desafío fisiológico luego de su primer parto, debido a que son animales que siguen en desarrollo por lo que pudieran necesitar más tiempo consumiendo la dieta de preparto para estar mejor preparadas durante las primeras semanas del postparto, y así tener un mejor balance energético durante este periodo como lo señala Mashek y Beede (2001).

Para vacas multíparas (dos o más partos), el efecto del tiempo de permanencia en el corral de preparto fue variada según el número de partos. En el caso de vacas de segunda lactancia, permanecer 35 días o más en el preparto significó una mayor producción de leche acumulada a los 100 días ($p<0,05$) en comparación a los animales que estuvieron 34 días o menos (Tabla 6). Este efecto fue similar para el grupo de cuatro o más partos ($p<0,05$), pero no para aquellas vacas de tercer parto ($p<0,05$). El efecto observado de una mayor producción en respuesta a un mayor tiempo de permanencia en el preparto es similar a lo descrito por Corbett (2002), quien en un estudio retrospectivo con 13.000 vacas encontró que una permanencia en preparto mayor a 21 días generó lactancias con 1.200 kg de leche más al compararlo con vacas que estuvieron menos de 7 días en el preparto. Por otro lado, Contreras *et al.* (2004) no encontraron diferencias en la producción de leche al comparar vacas que permanecieron en el preparto 21 y 60 días, pero observaron que el primer grupo tuvo una mayor producción de grasa, efecto similar al encontrado por Mashek y Beede (2001). En cambio, Vieira-Neto *et al.* (2021) encontraron una asociación cuadrática entre el tiempo de permanencia en el preparto con la producción de leche, obteniendo un aumento de 3,5 kg. de leche por día y 1.053 kg. de leche por lactancia (hasta los 300 DEL), al aumentar la permanencia en el preparto de 7 a 28 días; y un descenso de 1,9 kg. de leche por día y 822 kg. de leche por lactancia, al aumentar de 28 a 42 días. La producción de leche en ese estudio alcanzó el “peak” con un tiempo de permanencia en preparto de 25 días para la producción de leche diaria, y de 24 días para la leche acumulada hasta los 300 DEL.

Con respecto al efecto del tiempo de permanencia en el grupo de preparto sobre la fertilidad de vacas multíparas, el efecto también fue variado según el número de partos. En términos generales, la TC a la primera inseminación de vacas de dos o más partos fue menor en

comparación a la de vacas de primer parto ($p<0,01$) (Tabla 5). En el caso de las vacas de segunda lactancia, la TC a la primera inseminación obtenida en vacas que estuvieron 22 días o más en el grupo de parto fue mayor que las que estuvieron 21 días o menos ($p<0,05$) y al mismo tiempo, la preñez hasta los 200 DEL tendió a ser mayor ($p=0,08$) en vacas de segunda lactancia que permanecieron más de 22 días en el parto con respecto a las que estuvieron 21 días o menos. Estos resultados coinciden parcialmente con los descritos por Vieira-Neto *et al.* (2021) quienes describen una relación lineal entre los días de permanencia en el parto y la concepción a la primera inseminación, donde a mayor cantidad de días en parto este indicador de fertilidad fue menor. Por otro lado, la proporción de vacas preñadas a los 300 DEL tuvo una asociación cuadrática con respecto a los días de permanencia en el parto, donde la mayor cantidad de preñeces se obtuvo en aquellas vacas que permanecieron 19 días en el grupo de parto. Por el contrario, las vacas de tercera lactancia que estuvieron 21 días o menos en el grupo de parto obtuvieron una mejor TC a la primera inseminación ($p<0,05$) y tendieron a una mayor proporción de preñez a los 200 DEL ($p=0,08$) en comparación a la obtenida por vacas que permanecieron 22 días o más en el parto. Por último, no se observaron diferencias en vacas de cuatro o más lactancias, lo que se relaciona con lo descrito por Degaris *et al.* (2010a), quienes en un estudio realizado con 1008 vacas de tres rebaños distintos en sistemas pastoriles no encontraron una asociación entre la concepción a la primera inseminación y el tiempo de exposición a la dieta de parto. Pero en ese estudio, el aumento en el tiempo de permanencia de parto disminuyó los días abiertos y aumento la proporción de preñez a las 6 y 21 semanas desde el comienzo de la temporada de encaste.

En cuanto a los parámetros de salud en vacas multíparas, a excepción de las vacas de segundo parto, se observó una menor presentación de enfermedades postparto en vacas de tercer ($p=0,06$) y cuarto o más partos ($p=0,05$) que permanecieron 22 días o más en el parto (Tabla 9). En cuanto a la eliminación hasta los 100 DEL, solo se observaron diferencias en vacas de segundo parto, donde los animales que permanecieron 22 días o más tuvieron una menor tasa de eliminación o muerte ($p<0,05$). Estos resultados podrían indicar que vacas que permanecen más tiempo en el parto tienen una pérdida menor de condición corporal durante las tres primeras semanas posteriores al parto y, en consecuencia, un mejor balance energético durante las dos primeras semanas postparto (Mashek y Beede, 2001; DeGaris *et*

al., 2017). Evitar un gran desbalance energético en las vacas postparto ayuda a evitar la presentación de enfermedades postparto mediante la disminución en la liberación de AGNE (Grummer, 1995), los cuales tienen un efecto inmunosupresor en la vaca (Wankhade *et al.*, 2017; Scalia *et al.*, 2006). Vieira-Neto *et al.* (2021) obtuvieron resultados similares, observando una asociación cuadrática entre la permanencia en el parto sobre la presentación de retención de placenta, metritis y morbilidad general en los primeros 90 días postparto, y el riesgo de presentar una enfermedad, alcanzando un menor valor para todas esas variables en vacas multíparas que permanecieron 23 a 27 días en el parto. Finalmente, los autores agregan que al aumentar la permanencia en el parto también se logra disminuir el riesgo de eliminación, resultados similares a los obtenidos en el presente estudio.

IMPLICANCIAS

El presente estudio provee más información respecto al efecto del tiempo de permanencia en el preparto sobre variables de producción, fertilidad y salud en vacas lecheras. En términos generales, la administración de una dieta de preparto por más de 22 días tuvo efectos positivos. En vacas de primer parto se observó una disminución de la tasa de eliminación en el postparto, mientras que en vacas de dos o más partos, mejoraron tanto la producción de leche como la fertilidad temprana y disminuyeron la presentación de enfermedades del postparto y el riesgo de muerte o eliminación. Debido a que los movimientos al grupo de preparto, desde el grupo de secado, se realizan generalmente una vez a la semana, es recomendable considerar para este manejo a vacas y vaquillas que tengan al menos 254 días de gestación, considerando que la duración promedio de la gestación en vacas Holstein es de 276 días, dando la oportunidad de permanecer al menos 22 días en el preparto. Por otro lado, el aumento en la ponderación que se le da a la producción de sólidos en las actuales pautas de pago de las plantas lecheras junto con el creciente aumento en el consumo de quesos en Chile presenta la oportunidad de evaluar el efecto del tiempo de permanencia en el preparto de manera más específica sobre la producción de proteína y grasa en la leche, con el objetivo de evaluar si los resultados obtenidos en este estudio se repiten para estas variables. Finalmente, como se ha observado en otros estudios, el tiempo de permanencia en el grupo de secado también tiene impacto sobre el rendimiento de vacas lecheras, debido a que es necesaria la involución de la glándula mamaria para el comienzo de la siguiente lactancia. Junto a esto, la medición de la condición corporal (CC) durante el parto, lactancia y previo al secado permite evaluar si es necesario aumentar o disminuir el tiempo de administración de la dieta de secado para lograr que las vacas puedan parir con una CC cercana a 3,5 en una escala de 1 a 5 (Heinrichs et al., 2016). Por todo lo anterior, sería de gran aporte determinar cuál es el tiempo óptimo de permanencia en el grupo de secado inicial o *far-off*, ya sea por sí solo o en combinación con el tiempo de permanencia en *close-up*.

CONCLUSIONES

La duración del periodo de transición parto tuvo efecto positivo sobre la producción de leche en vacas de segunda y de cuarta o más lactancias.

La duración del periodo de transición parto tuvo efecto positivo sobre la fertilidad a la primera inseminación en vacas de segunda lactancia. En cambio, en vacas de tercera lactancia la duración del parto tuvo un efecto negativo sobre la fertilidad a la primera inseminación. No se observaron efectos significativos del tiempo de permanencia en parto sobre la preñez a los 200 días en leche.

La duración del periodo de transición parto tuvo efecto negativo sobre la incidencia de enfermedades postparto en vacas de primera, segunda y cuarta o más lactancias. También tuvo efecto negativo sobre la eliminación o muerte en vacas de primera y segunda lactancia.

Por lo tanto, la recomendación del autor es que tanto las vaquillas como las vacas permanezcan al menos 22 días en el grupo de parto obteniendo un beneficio en términos productivos, reproductivos y de salud.

BIBLIOGRAFÍA

ALLEN, M S.; BRADFORD, B. J. 2009 a. Control of eating by hepatic oxidation of fatty acids. A note of caution. *Appetite*. 53(2): 272-273.

BERTICS, S. J.; GRUMMER, R. R.; CADORNIGA-VALINO, C.; STODDARD, E. E. 1992. Effect of prepartum dry matter intake on liver triglyceride concentration and early lactation. *J. Dairy Sci.* 75: 1914-1922.

BLOCK, E. 2010. Transition cow research – What makes sense today. In *Proceedings High Plains Dairy Conference*. pp. 75-98.

CONTRERAS, L. L.; RYAN, C. M.; OVERTON, T. R. 2004. Effects of dry cow grouping strategy and prepartum body condition score on performance and health of transition dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87: 517-523.

CORBETT, R. 2002. Influence of days fed a close-up dry cow ration and heat stress on subsequent milk production in western dairy herds. *J. Dairy Sci.* 85(Supl. 1): 191-192.

DEGARIS, P. J.; LEAN, I. J.; RABIEE, A. R.; HEUER, C. 2008. Effects of increasing days of exposure to prepartum transition diets on milk production and milk composition in dairy cows. *Aust. Vet. J.* 86: 341-351.

DEGARIS, P. J.; LEAN, I. J.; RABIEE, A. R.; HEUER, C. 2010a. Effects of increasing days of exposure to prepartum transition diets on reproduction and health in dairy cows. *Aust. Vet. J.* 88: 84-92.

DEGARIS, P. J.; LEAN, I. J.; RABIEE, A. R.; STEVENSON, M. A. 2010b. Effects of increasing days of exposure to prepartum diets on the concentration of certain blood metabolites in dairy cows. *Aust. Vet. J.* 84: 137-145.

DOEPEL, L.; LAPIERRE, H.; KENNELLY, J. J. 2002. Peripartum performance and metabolism of dairy cows in response to prepartum energy and protein intake. *J. Dairy Sci.* 85: 2315-2334.

FARAHANI, T. A.; AMANLOU, H.; KAZEMI-BONCHENARI, M. 2017. Effects of shortening the close-up period length coupled with increased supply of metabolizable protein on performance and metabolic status of multiparous Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 100: 1-19.

FERGUSON, J. D. 2001. Nutrition and reproduction in dairy herds. Proceedings of Intermountain Nutrition Conference, Salt Lake City, Utah. pp. 65-82.

GRUMMER, R. 1995. Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. *J. Anim. Sci.* 73: 2820-2833.

HAYIRLI, A.; GRUMMER, R. R.; NORDHEIM, E. V.; CRUMP, P. M.; BEEDE, D. K.; VANDEHAAR, M. J.; KILMER, L.H. 1998. A mathematical model for describing dry matter intake of transition dairy cows. *J. Anim. Sci.* 81:296 (Abstr.).

HAYIRLI, A.; GRUMMER, R. R.; NORDHEIM, E. V.; CRUMP, P. M. 2002. Animal and dietary factors affecting feed intake during the prefresh transition period in Holsteins. *J. Dairy Sci.* 85: 3430-3443.

HEINRICHS, J.; JONES, C. M.; ISHLER, V. A. 2016. Body condition scoring as a tool for dairy herd management. Penn State College of Agricultural Sciences research and extension program. Pennsylvania State University. [en línea] <https://extension.psu.edu/body-condition-scoring-as-a-tool-for-dairy-herd-management>.

LEAN, I.; VAN SAUN, R.; DEGARIS. 2013. Energy and protein nutrition management of transition dairy cows. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 29: 337-366.

MASHEK, D. G.; BEEDE, D. K. 2001. Peripartum responses of dairy cows fed energy-dense diets for 3 or 6 weeks prepartum. *J. Dairy Sci.* 84: 115-125.

NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. National Academy of Sciences. Washington DC, USA. 401 p.

ROBINSON, P. H.; MOORBY, J. M.; ARANA, M.; HINDERS, R.; GRAHAM, T.; CASTELANELLI, L.; BARNEY, N. 2001. Influence of close-up dry period protein supplementation on productive and reproductive performance of Holstein cows in their subsequent lactation. *J. Dairy Sci.* 84: 2273-2283.

- ROCHE, J.** 2015. Transition cow nutrition. Technical Series Online, Dairy NZ. 26:1-9.
- ROCHE, J. R.; MEIER, S.; HEISER, A.; MITCHELL, M.; WALKER, M.; CROOKENDEN, M.; RIBONI, V.; LOOR, J.; KAY, J.** 2015. Effects of precalving body condition score and prepartum feeding level on production, reproduction, and health parameters in pasture-based transition dairy cows. *J. Dairy Sci.* 98: 7164-7182.
- SANTOS, J. E. P.; DEPETERS, E. J.; JARDOW, P. W.; HUBER, J. T.** 2001. Effect of prepartum dietary protein level on performance of primigravid and multiparous Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 84: 213-224.
- SCALIA, D.; LACETERA, N.; BERNABUCCI, U.; DEMEYERE, K.; DUCHATEAU, L.; BURVENICH, C.** 2006. *In vitro* effects of nonesterified fatty acids on bovine neutrophils oxidative burst and viability. *J. Dairy Sci.* 89: 147-154.
- VAN SAUN, R.; SNIFFEN, C.** 2014. Transition cow nutrition and feeding management for disease prevention. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 30: 689-719.
- VAN SAUN, R. J.** 2016. Indicators of dairy cow transition risks: Metabolic profiling revisited. *Tierarzt. Prax. Ausg. G. Grosstiere Nutztiere.* 44: 118-126.
- VIEIRA-NETO, A.; DUARTE, G. A.; ZIMPEL, R.; THATCHER, W. W.; SANTOS, J. E. P.** 2021. Days in the prepartum group are associated with subsequent performance in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 104(5), 5964–5978.
- WALLACE, R. L.; MCCOY, G. C.; OVERTON, T. R.; CLARK, J. H.** 1996. Effect of adverse health events on dry matter consumption, milk production, and body weight loss of dairy cows during early lactation. *J. Dairy Sci.* 79: 205(Abstr.).
- WANKHADE, P. R.; MANIMARAN, A.; KUMARESAN, A.; JEYAKUMAR, S.; RAMESHA, K. P.; SEJIAN, V.; RAJENDRAN, D.; VARGUESE, M. R.** 2017. Metabolic and immunological changes in transition dairy cows: A review. *Veterinary World.* 10: 1367-1377.